

**X-RAY EXPOSURE MASK AND MANUFACTURE THEREOF**

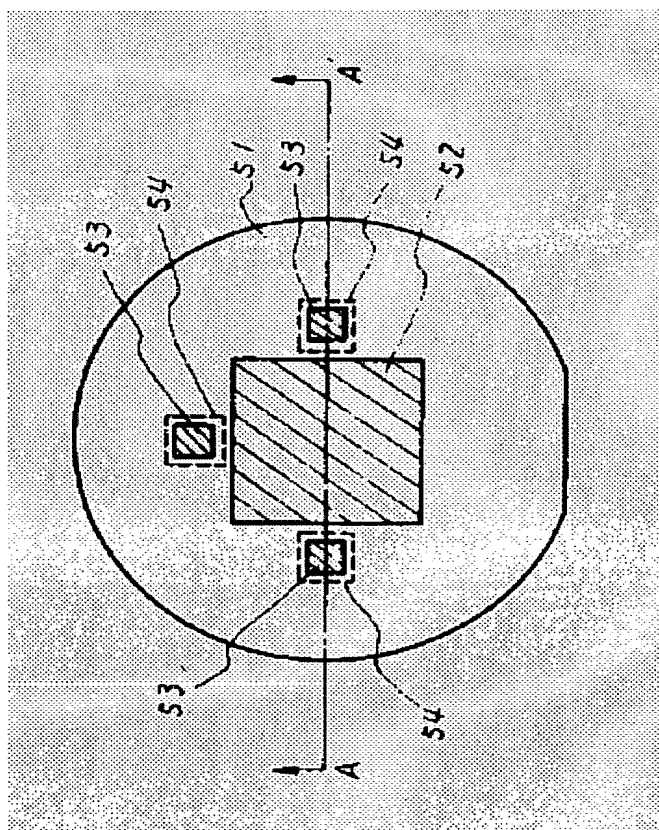
**Patent number:** JP59163825  
**Publication date:** 1984-09-14  
**Inventor:** SUZUKI KATSUMI  
**Applicant:** NIPPON ELECTRIC CO  
**Classification:**  
- **international:** G03F1/00  
- **european:** G03F1/14K  
**Application number:** JP19830037629 19830308  
**Priority number(s):** JP19830037629 19830308

**Report a data error here**

**Abstract of JP59163825**

**PURPOSE:**To prevent X-ray exposure from double exposure by a method wherein alumina films are provided at positioning mark forming regions.

**CONSTITUTION:**A part of a reinforcing supporting frame 51 formed of a silicon single crystal substrate is etched to be removed selectively to form openings 52, 53, and a transcription pattern is formed at the opening part 52. Anodized films 54 of alumina are formed at the opening parts 53, and positioning masks are formed on the anodized films 54. Because the anodized films 54 transmit only visible light for positioning, and absorb untransmitting approximately all soft X-rays to be used for exposure, the transcription pattern and the positioning marks can be prevented from overlap at step and repeat X-rays exposure.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭59—163825

⑪ Int. Cl.<sup>3</sup>

H 01 L 21/30

G 03 F 1/00

識別記号

庁内整理番号

Z 6603—5F

7447—2H

⑬ 公開 昭和59年(1984)9月14日

発明の数 2

審査請求 有

(全 5 頁)

⑭ X線露光マスクおよびその製造方法

東京都港区芝五丁目33番1号日

本電気株式会社内

⑮ 特 願 昭58—37629

⑯ 出 願 人 日本電気株式会社

⑰ 出 願 昭58(1983)3月8日

東京都港区芝5丁目33番1号

⑱ 発 明 者 鈴木克美

⑲ 代 理 人 弁理士 内原晋

明 細 書

発明の名称 X線露光マスクおよびその製造方法

特許請求の範囲

1. 転写パターンと、この転写パターンを支持するX線透過性薄膜と、この薄膜を補強支持する補強枠とを少なくとも備えたX線露光マスクに於いて、前記X線透過性薄膜の一表面上の一部に、アルミナ膜が設けられ、該アルミナ膜の上に位置合せマークが形成されていることを特徴とするX線露光マスク。
2. シリコン単結晶基板上にX線透過性薄膜を設け、この薄膜上に少なくとも1 μm以上の膜厚のアルミニウムを堆積し、該アルミニウムの一部を陽極化成してアルミナとした後、残るアルミニウムを除去し、前記アルミナ膜上に位置合せマークを形成し、アルミニウムを除去して露出した前記X線透過性薄膜上に所望の重金屬パ

ターンを形成し、前記シリコン単結晶基板の所定の領域を蝕刻除去することを特徴とするX線露光マスクの製造方法。

本発明は微細パターンの高精度転写技術として注目されているX線露光法に於いて用いられるX線露光マスクの製造方法に関するものである。

X線露光法は、波長の短い軟X線を図形の転写媒体として用いるため、プロキシミティ露光による微細パターンの高精度一括転写が可能であり、この為マスクの汚れが生じ難く、また高精度のマスク位置合せも可能になるといった長所を有している。その反面、電子ビーム露光方式のX線源を用いたX線露光装置では、点光源から放射状に発生する軟X線を図形の転写媒体として用いるが故にマスク及びウエハの反りや歪が転写パターンの位置ずれやボケに大きく影響するという問題も抱えている。しかしながら、ウエハの大口径化もまた半導体デバイスの生産性及び歩留りを高める為に不可欠である。この為、従来、マイラー、カプトン、ポリイミド、バリレン-Nなどといったプ

プラスチックの薄膜を転写パターンの支持層とする大口径のX線露光マスク(以後プラスチックマスクと称する)を用いて、密着露光により大口径ウエハに転写しようとする試みがなされている。

ところが、現在までのところ、これらプラスチックマスクには、プラスチック薄膜の寸法の経時変化や温度及び湿度の変動に伴う寸法の変化及び使用状態においてもウエハに密着したプラスチック薄膜を引き離す時に生ずる歪等々の問題があるため、1  $\mu$ m 前後若しくはそれ以下の超微細パターンを所望の精度で重ね合せ露光することは非常に困難である。

一方、第1図に示すようにAu等のX線を良く吸収する重金属で形成した所望の転写パターン11をSiやSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, SiO<sub>2</sub>, SiC, BN, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等々の軟X線の透過率が高い無機材料から成る薄膜12で支持し保護膜13を用いて選択的に蝕刻除去して形成したSiフレーム14で前記薄膜12を補強支持する構造のX線露光マスク(以後これを無機マスクと称する)の開発もまた盛んである。こうし

-3-

更に、こうしたステップ・アンド・リピート方式用のX線露光マスクを製造する場合を考えてみても電子ビーム露光技術等の微細パターン描画技術を用いてするX線露光マスクのパターン形成も描画パターン数が、少なくて済むために容易になるという利点を享受し得ることになる。

ところが、上記のごとき多くの長所を有するステップ・アンド・リピート方式のX線露光法に於いても、次に述べるような問題点が有ることが最近認識され始めている。第2図は従来の一般的なステップ・アンド・リピート用X線露光マスクの模式的な断面構造を示す。図中21はX線を良く透過する材料で形成した薄膜(以後X線透過層と称する)で、X線を良く吸収する材料から成る転写パターン22およびマスクの位置合せ用マーク23を支持する為に用いられる。

更に前記薄膜21は、該パターン22および位置合せマーク23が形成された領域に窓状の開口部24および25を設けた補強支持枠26で補強支持される。上記X線マスクとパターンの複転写

-3-

た無機マスクは、一般に寸法の経時変化が殆ど無くまた、温度や湿度の変化に伴う寸法の変動が小さいため、極めて高精度の位置合せを必要とする超LSI等の製造に適している。

無機マスクの欠点は、一般に該薄膜12と該Siフレーム14との界面に働く応力によって、反りを生じ、また機械的強度がプラスチックマスクに比べて小さい為、大口径ウエハに一括露光することはやはり困難な点である。しかし、大口径ウエハに露光する場合の上記の問題点は比較的小口径の高平面度を有する無機マスクを用いたステップ・アンド・リピート露光方式を採用することにより解決できる。なぜならば、こうすることによってマスク面積は小さくてもよいことになり、マスクの寸法が小さいために反りが小さくなり、しかも温度や湿度の変化に伴うマスクのピッチ精度の低下が小さく抑えられ、更に各露光ステップ毎にX線露光マスクとウエハの間隔及び平行度を微妙に調整できるようになる為、ウエハの口径とは無関係に高精度の位置合せが可能になるのである。

-4-

物である基板との位置合せは、マーク23を用いて光学的に行なわれる。ところが、かかる構造のX線露光マスクを用いてステップ・アンド・リピートX線露光を行うと、第3図に示すように、転写パターンが形成された開口領域31と、隣接する露光ステップに於ける該位置合せマーク用開口領域32とが重なり合う為、該転写パターン22と位置合せマーク23とが重なり合って転写されてしまうという不都合が生ずる。各露光ステップに於ける試料台の送り幅を、位置合せマーク用開口領域25の外周端相互の間隔d(第2図)より大きくすれば上記のような重なって露光されるといふ不都合は生じなくなるが、反面位置合せマーク専用の露光領域が必要となる為、半導体集積回路等の製造プロセスの場合には、半導体基板の利用効率並びに半導体集積回路の生産性が低下するという問題が生ずる。

本発明は上記のごとき従来のステップ・アンド・リピート型X線露光マスクの欠点を改善し、位置合せマーク形成領域は可視光を良く透過し、軟

-6-

X線は殆ど吸収するような構造とすることにより、各露光ステップの試料台の送り幅を必要最小限に維持しながら、二重露光を防止するものである。以下本発明の詳細を一実施例を引用しながら説明する。

第4図(a)から(f)に至る各図は本発明の一実施例によるX線露光マスクの主要製造工程を順を追って示したX線露光マスクの模式断面図である。

先ず、シリコン単結晶基板41の一表面上に酸化シリコン、二酸化シリコン、炭化シリコン、窒化ボロン又はサファイアのいずれか一つ若しくはそれ等の複合膜から成る薄膜42をCVD法、スパッタリング法、又は熱酸化法等の方法により堆積し、該薄膜の表面上に通常の光学露光技術を用いて転写パターン形成用の開口窓43および位置合せマーク形成用の開口窓44を有する所望のレジストパターン45を形成する(第4図(a))。

しかる後通常の湿式エッチング又はドライエッチング等の方法を用いて該レジストパターン45を保護膜にして前記薄膜42の所定の領域を蝕刻

-7-

レジスト45を除去する(第4図(d))。

しかる後該シリコン単結晶基板41を純水中で煮沸し、多孔質の前記陽極酸化膜49を封孔処理して緻密な陽極酸化膜49'を形成し、更に、リン酸液中に浸してアルミニウム膜47'を除去する(第4図(e))。

次に前記陽極酸化膜49'の表面上に位置合せマーク50を、また所定の転写パターン形成領域には所望の転写パターン51を、例えば金等の重金属を用いて形成し、これ等のパターンを適当な治具を用いて保護しながら、先に形成した保護膜42'をマスクにして該シリコン単結晶基板41の所定の領域を蝕刻除去して補強支持枠41'を形成すれば、第4図(f)に示すような本発明が提供するX線露光用マスクが得られる。

第5図は本発明によるX線露光マスクの平面形状の一例を示したものであり、A-A'で示した部分の断面を矢印方向に見たものは第4図(f)に相当する。図中51はシリコン単結晶基板の一部で形成した補強支持枠、52および53は該シリコン

-9-

除去して前記薄膜42のパターン42'を形成した後、不要となったレジスト43を除去する(第4図(b))。

次に該シリコン単結晶基板41の他方の表面上に酸化シリコン、オキシナイトライド又は炭化シリコン等の薄膜又はこれ等の複合膜から成る薄膜46を堆積する。この薄膜46は数 $\text{\AA}$ ないし十 $\text{\AA}$ 程度の波長の軟X線を十分透過するように数千 $\text{\AA}$ ないし数 $\mu\text{m}$ 程度の厚さにすることが望ましい。続いて該薄膜46の表面上に数 $\mu\text{m}$ ないし十 $\mu\text{m}$ 程度のアルミニウム膜47を真空蒸着等の方法で堆積し、このアルミニウム膜47の表面上にレジストを塗布し、該シリコン単結晶基板41の他方の表面上に先に形成した薄膜パターン42'の位置合せマーク形成用開口窓に対応する領域を開口したレジストパターン48を形成する(第4図(c))。

次に該レジストパターン48をマスクにして、例えば約10%の硫酸を化成液に用いた陽極酸化法により、前記アルミニウム膜47の所定の領域を酸化し、透明な陽極酸化膜49を形成した後、

-8-

単結晶基板51の一部を選択的に蝕刻除去して形成した開口窓であり、該補強支持枠51の背面に形成したX線透過層が露出している。開口窓52の背面のX線透過層上には所望の転写パターンが形成され、開口窓53の背面にはX線透過層上にアルミニウムの陽極酸化膜54が形成されており、該陽極酸化膜上には位置合せマークが形成される。該開口窓52および53の形状および位置は第5図に限定されるものではない。上記のごとき本発明が提供するX線露光マスクに於いては位置合せマーク形成用の開口窓が少なくとも数 $\mu\text{m}$ の厚みを有するアルミナ膜で覆われている為位置合せ用の光のみを透過し、露光に用いる軟X線を殆ど透過しない。例えば90%のX線エネルギーを吸収する為に必要なアルミナの膜厚は7.1 $\text{\AA}$ 81K線では2.5 $\mu\text{m}$ 、8.3 $\text{\AA}$ 28K線では7.5 $\mu\text{m}$ である。この為、従来のX線露光マスクを用いたステップ・アンド・リビートX線露光に於いて問題となっていた転写パターンと位置合せマークのオーバーラップが防止でき、高精度のパターン転写が生産性を低下

-10-

させずに得られることになる。

ミニウム膜、49、54…アルミナ膜、50…位置  
合せマーク。

図面の簡単な説明

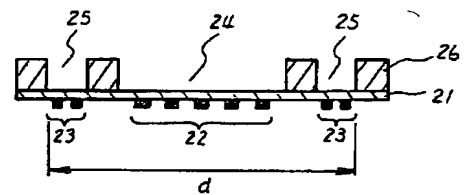
第1図および第2図は従来のX線露光マスクの一般的形状を示す模式的な断面図、第3図は従来のX線露光マスクを用いたステップ・アンド・リピートX線露光に於いて生ずるオーバーラップ露光を説明する為の模式図、第4図は本発明の一実施例によるX線露光マスクの製造工程を示す模式的断面図、第5図は本発明の一実施例によるX線露光マスクの平面図をそれぞれ示す。图中各番号はそれぞれ次のものを示す。

11、22、31…転写パターン、12、21、46…X線透過層、24、25…窓状開口部、14、26…補強支持枠、31…転写パターンが形成された開口領域、32…隣接する露光ステップに於ける位置合せマーク用開口領域、41、51…シリコン単結晶基板、42…薄膜、43、52…転写パターン形成用開口窓、44、53…位置合せマーク形成用開口窓、45、48…レジストパターン、47…アル

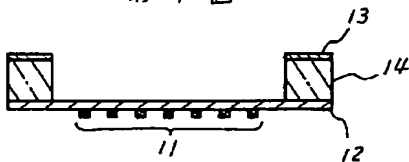
-11-

-12-

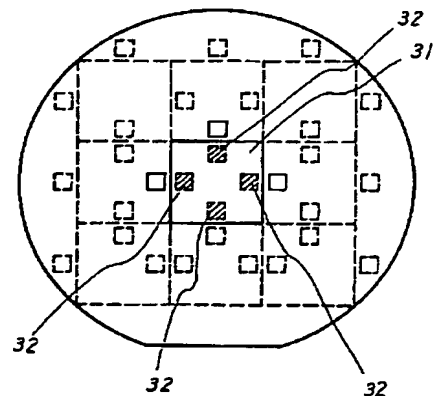
第 2 図



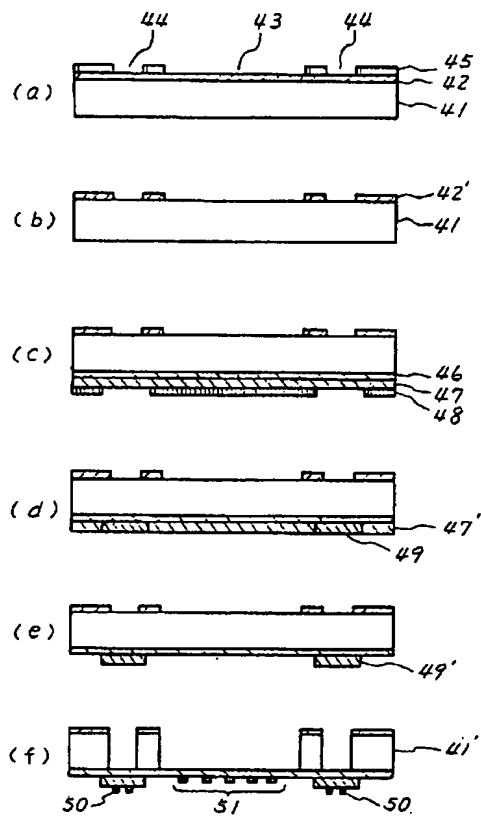
第 1 図



第 3 図



第 4 図



第 5 図

